

Memoria del Proyecto de Innovación Docente

Programación y control de procesos mediante robots Lego Mindstorms NXT



Profesor responsable

Juan Carlos Matos Franco

Departamento de Informática y Automática
Escuela Politécnica Superior de Zamora

Entidad financiadora

Universidad de Salamanca

Periodo de desarrollo

Junio 2011 – Junio 2012

Dirigido a

Vicerrectorado de Docencia y Convergencia Europea

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO Y UTILIDAD	3
3. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	4
4. PLAN DE TRABAJO SEGUIDO	6
5. VALORACIÓN DE RESULTADOS	7
6. CONCLUSIONES	8
7. REFERENCIAS.....	8

1. INTRODUCCIÓN

Los *Legó Mindstorms NXT* son robots educativos basados en el popular juego de construcción *Legó*, integrados por diferentes partes mecánicas y electromecánicas controladas por un bloque programable (Figura 1). Este bloque es un computador integrado (*NXT*) que puede ser programado de forma flexible, bien con su propio lenguaje de programación o con otros lenguajes de más amplia difusión como pueden ser C o Java, de forma que a través de distintos sensores es capaz de adquirir información del entorno, tratar esa información y actuar en consecuencia. De esta forma es posible realizar fácilmente la gestión y la supervisión de diferentes procesos.



Figura 1. Bloque NXT, sensores y actuadores disponibles en el paquete educativo.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO Y UTILIDAD

El objetivo principal de este proyecto, continuación del que se desarrolló el curso anterior 2010-2011, ha sido que el estudiante programe y controle sencillos procesos reales, de forma que vea un resultado inmediato y aplicado con la programación que realiza. Con los *Legó Mindstorms NXT* el alumno aprende resolviendo problemas de adquisición y tratamiento de datos de diversa índole, algunos de los cuales ya ha resuelto de forma teórica. Con ello se aumenta la comprensión de las asignaturas y la motivación de los estudiantes en el aprendizaje de la programación, pues ven en ella una solución práctica y directa, como se ratificó con los resultados obtenidos con el proyecto

del curso pasado, que logró que los alumnos profundizaran más en su aprendizaje mediante la realización de proyectos fin de carrera.

Otro propósito de este proyecto fue la potenciación del aprendizaje colaborativo mediante la creación de grupos de trabajo organizados. De esta manera, cada alumno se encarga de una parte del trabajo y toma decisiones por su cuenta (selecciona los elementos del robot que le parecen más necesarios para su proyecto, diseña las funcionalidades que le va a proporcionar, busca las soluciones más óptimas, etc.), integrándose posteriormente todo en el proyecto del grupo.

Por último se planteó que cada alumno realizase un informe individual, exponiendo sus aportaciones y conclusiones sobre el trabajo realizado, indicando además las dificultades que se había encontrado en su desarrollo.

3. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo principal fue consolidar la implantación de la metodología activa de enseñanza-aprendizaje establecida en el pasado curso 2010-2011. En función de la asignatura en la que se aplicaron, se realizaron de manera ligeramente diferente:

- En la asignatura “Fundamentos de programación” se aprende una programación estructurada, para la cual se emplea el lenguaje C. Los *Mindstorms NXT* pueden programarse con extensiones del lenguaje C (como por ejemplo *RobotC*) que cuentan con entornos integrados de desarrollo multiplataforma (con versiones para Windows, Linux y Macintosh), así como con potentes herramientas adicionales. Las prácticas que se realizaron para esta asignatura se encaminaron a la realización de funciones y procedimientos específicos para controlar los robots, empleando para ello elementos de programación del lenguaje C (datos, estructuras de control, etc.).
- En la asignatura “Programación Orientada a Objetos” se emplea un enfoque orientado a objetos, que hace que el robot se vea como una agrupación de componentes individuales que puede ser programada de forma conjunta o independiente. Para ello se emplean las clases, métodos y propiedades del API *LeJOS NXT*, extendiendo su funcionalidad mediante polimorfismo y herencia, de forma que se construye un nuevo robot destinado al control de un proceso

determinado. El lenguaje utilizado en esta asignatura es Java, y los entornos de desarrollo utilizados para programar fueron *BlueJ* y *Eclipse* (Figura 2).

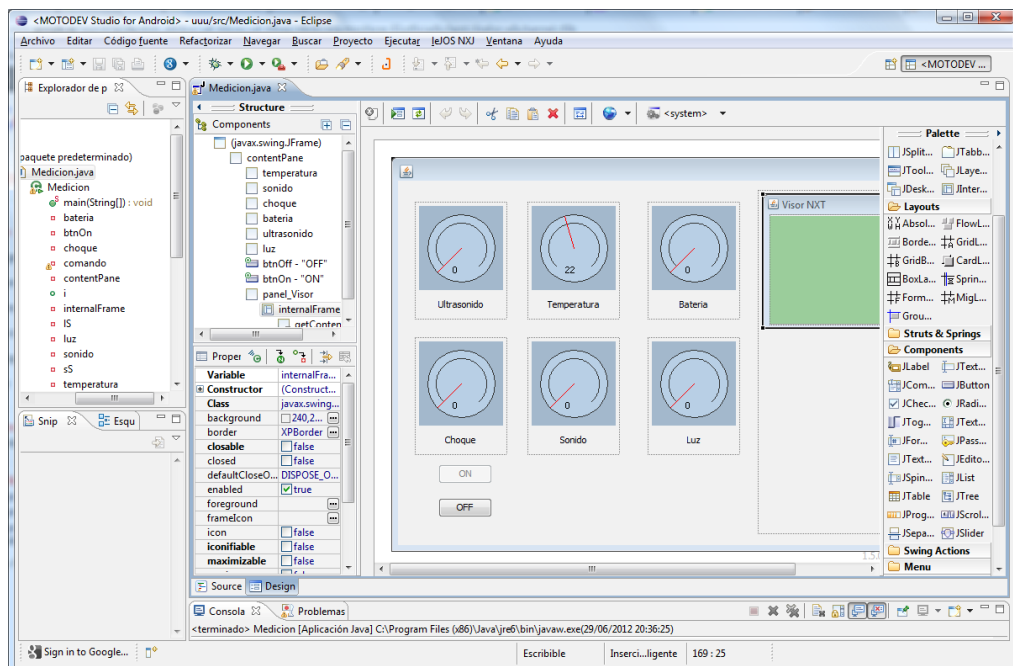


Figura 2. Ventana del IDE de *Eclipse* con un proyecto simple de control de *NXT*.

- Para los proyectos fin de carrera propuestos se ha utilizado la programación en Java con *Eclipse*, siguiendo la metodología orientada a objetos indicada en el punto anterior.

Con este proyecto se ha pretendido concienciar al estudiante en el uso de las energías renovables y en el concepto de sostenibilidad y respeto con el medio ambiente, para lo cual se realizaron algunas prácticas en las que se utilizaron sensores y actuadores especialmente preparados para este propósito: un medidor de energía de Lego con almacenamiento de energía integrada, un panel solar, un motor/generador, aspas, luces LED y un cable de extensión. Con ellos se ha podido controlar y gestionar fácilmente un proceso de forma autónoma.

El medidor de energía de Lego trabaja como cualquier otro sensor cuando se conecta al *NXT*, proporcionando así la posibilidad de que pueda utilizarse para diseñar, construir, programar y probar máquinas y robots que optimizan la eficiencia en la captación y acumulación de energía renovable. Con él se puede gestionar el suministro, la generación, la transformación y la acumulación de energía de forma

práctica. Pueden tomarse datos, analizarse y tratarse con el objetivo de gestionar la eficiencia energética, propósito sobre el que se basaron algunas de las prácticas realizadas. En la Figura 3 se muestran algunos ejemplos de los montajes empleados.

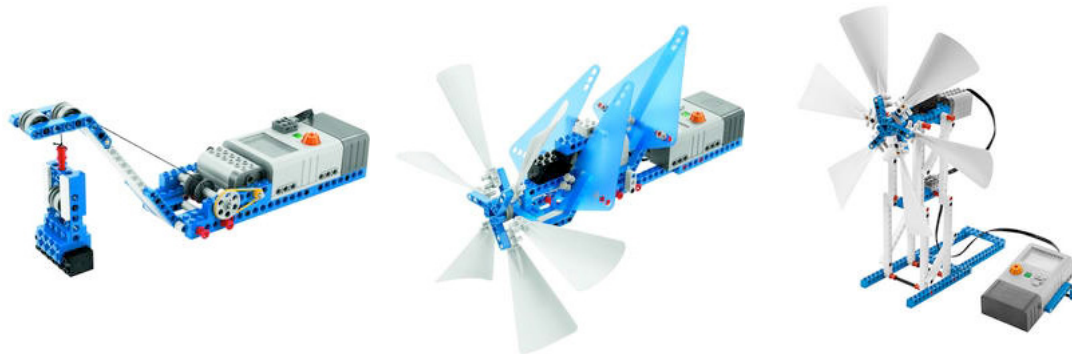


Figura 3. Algunas de las configuraciones empleadas.

4. PLAN DE TRABAJO SEGUIDO

Se siguió una estructura de trabajo similar a la aplicada en el curso pasado, ya que proporcionó buenos resultados:

- En primer lugar se efectuaron varias reuniones de coordinación entre los profesores del grupo para definir la estructura de las prácticas y su ubicación en los programas de las distintas asignaturas. En ellas también se hizo una planificación temporal de la realización y entrega de cada uno de los ejercicios prácticos.
- Antes de la realización de las prácticas en cada uno de los semestres se impartió un seminario que explicaba el funcionamiento básico de los robots *NXT*: estructura, construcción, comunicación con el exterior a través de sensores y actuadores y por último su programación. Para que los estudiantes puedan crear un determinado robot que resuelva un problema propuesto, es necesario que sepan determinar qué componentes deben utilizar antes de programarlo.
- Como punto de partida se establecieron las prácticas de cada una de las asignaturas propuestas y se establecieron los grupos de trabajo. Con el análisis de cada una de ellas se determinaron los aspectos que se podían tratar de manera virtual y los que

era necesario realizar en el aula (como el trabajo con los robots), así como la puntuación que se iba a dar a cada parte del trabajo.

- Se establecieron dos ejercicios prácticos en cada una de las asignaturas. Para cada una de estas prácticas se definieron grupos de trabajo que disponían de un espacio privado (compuesto por un gestor de documentos, un foro, un chat y un wiki) en el curso virtual de la asignatura en la plataforma *Studium*, de forma que los estudiantes pudieran trabajar en línea de forma colaborativa. Las prácticas se fueron realizando de forma paralela al desarrollo de la asignatura, con distintas sesiones de control tutorizadas, y los resultados obtenidos se presentaron y defendieron ante los profesores de las asignaturas. Además cada alumno, de forma individual, realizó un informe de su trabajo.
- Los estudiantes cumplieron también un pequeño cuestionario sobre su participación, exponiendo las dificultades que se habían encontrado en su trabajo e indicando las observaciones que estimaron oportunas (dificultades, propuestas de mejora, modificaciones, criterios de calificación, etc.).
- Una vez realizadas las prácticas de cada uno de los semestres se valoraron las ventajas e inconvenientes de las mismas, identificando aspectos que podían mejorarse de cara al próximo curso. Al término del curso se realizaron también valoraciones globales de la actividad y se extrajeron las conclusiones finales del proyecto, de forma que se establecieron los ajustes para las correcciones necesarias para mejorar en los próximos cursos.

5. VALORACIÓN DE RESULTADOS

Dado el carácter aplicado de la programación que se realiza empleando robots, el estudiante es más consciente de lo que hace y entiende mejor su propósito. Algunos alumnos se muestran bastante interesados y experimentan por su cuenta diferentes métodos para la resolución de los problemas.

De cada práctica realizada los alumnos presentaron un informe, detallando la solución empleada y las decisiones tomadas, así como los problemas que se encontraron durante su desarrollo. También se realizaron encuestas a los alumnos para conocer la

valoración que tenían del modelo de trabajo propuesto. Como resultado del análisis de los informes y de las respuestas a los problemas encontrados se puede afirmar que los alumnos valoran muy positivamente la experiencia de trabajo con el robot.

Las principales dificultades a las que hicieron referencia los alumnos fueron las relativas a la curva de aprendizaje: la utilización adecuada de las librerías y de los APIs de programación requieren bastante trabajo en poco tiempo, ya que son relativamente extensos por la cantidad de componentes y funcionalidades que tienen los robots. Otra dificultad adicional fue la comprensión del funcionamiento mecánico del robot (sensores, actuadores, movimientos, etc.).

6. CONCLUSIONES

El uso de los robots educativos *Lego Mindstorms NXT* para el estudio de la disciplina de la Programación proporciona un enfoque más aplicado de la misma, así como una motivación extra a los estudiantes, de forma que se potencia y facilita el aprendizaje.

Los conceptos teóricos aprendidos en las distintas asignaturas se ven reforzados, ya que el estudiante observa el resultado de lo que programa sobre algo físico y ve cómo interactúa con el mundo real.

Con todo ello el estudiante obtiene una visión más aplicada de la programación, con un gran enfoque práctico y con una funcionalidad real, que le ayudará en su futuro profesional como ingeniero.

7. REFERENCIAS

AI and Robots Using Lego Mindstorms NXT.

<http://www.computing.northampton.ac.uk/~scott/robot_nxt_ai/default.html>

Última modificación: 11/6/2012. Consultado el 28/6/2012.

Barnes, D.J. (2009). *Programming LEGO robots with BlueJ*. SIGCSE 2009. Disponible online: <<http://www.bluej.org/bluej-greenfoot-day/content/bluej-nxt.pdf>>. Consultado el 28/6/2012.

Gasperi, M., Hurbain, P. (2009). *Extreme NXT. Extending the LEGO MINDSTORMS NXT to the Next Level*, 2ed. Apress.

Griffin, T. (2010). *The Art of Lego Mindstorms NXT-G Programming*. No Starch Press.

Kelly, J.F. (2010). *Lego Mindstorms NXT-G Programming Guide*, 2ed. Apress.

LeJOS, Java for Lego Mindstorms.

<<http://lejos.sourceforge.net/>>

Última modificación: 6/2/2012. Consultado el 28/6/2012.

LejOS NXJ extension for BlueJ.

<<http://homepages.feis.herts.ac.uk/~comqdhb/lego/bluej.php>>

Última modificación: 3/10/2011. Consultado el 28/6/2012.

ROBOTC, a C Programming Language for Robotics.

<<http://www.robotc.net/>>

Última modificación: 25/6/2012. Consultado el 28/6/2012.

Schueller, A.W. (2010). *Programming with Robots*. Whitman College, USA. Disponible online: <<http://carrot.whitman.edu/Robots/notes.pdf>>. Consultado el 28/6/2012.